

Katona Orsolya¹ – Sipos György¹ – Nagy Zoltán¹

A MAROS HORDALÉKKÚP ELHAGYOTT MEDREINEK HIDROMORFOLÓGIAI ÉS HIDRODINAMIKAI VIZSGÁLATA

KIVONAT

A negyedidőszakban a Maros igen kiterjed hordalékkúpot épített ki az alföld DK-i részén. A hordalékkúp elhagyott medrei, méretük, mintázatuk és szedimentológiai felépítésük alapján különböző paleo-klimatikus és morfológiai viszonyokat tükröznek (Borsy 1989, Bridge 2003). A mederkitöltő, egyben mederformáló vízhozam (Schumm 1985), meghatározása keresztmetszeti paraméterek alapján történt. A kutatás célja a vízhozam meghatározása, az energiaviszonyok rekonstruálása, valamint a fluviális formák azonosítása szedimentológiai vizsgálatok segítségével.

A szemcseösszetételi vizsgálatok során megállapítottuk közepes szemcseméretet, illetve a minták osztályozottságát. Ezen adatok alapján határoztuk meg az egykor medrek keresztmetszetét, melyből a paleo-vízhozam számoltunk. Mindezen túl a szedimentológiai vizsgálatok során kapott statisztikus paraméterek alapján következtettünk az energiaviszonyok változására, az utólagos feltöltődés mértékére (Bérczi és Balogh 1992, Folk és Ward 1957).

Kulcsszavak: mederkitöltő vízhozam, lézeres szemcseösszetétel vizsgálat, keresztmetszvény rekonstrukció

BEVEZETÉS

A Maros hordalékkúp felszínén követhető elhagyott medrek mintázatukkal, szemcseméret eloszlásukkal, valamint vízhozam értékükkel más és más morfológiai, hordalék szállítási és klimatikus viszonyokat tükröznek (Borsy 1989). Az egykori klimatikus viszonyok alatt kialakult folyók az idő folyamán a felszín lepusztulásnak köszönhetően megváltoztatták eredeti méretüket. A szemcseösszetétel-vizsgálat segítségével rekonstruálhatók az egykori formák és következtetni lehet az őket kialakító folyamatok energiaviszonyaira (Folk és Ward 1957, Brown 1997).

Az energiaviszonyokat jól tükrözi a szállított, illetve lerakott üledék mennyisége és minősége. A mederüledék szempontjából a meanderező mintázatú medrekre jellemző, hogy több a lebegtetett, mint a fenékhordalék, míg a fonatos, elágazó medrekre jellemző a nagyobb esés, valamint, hogy a szállított hordalék igen vegyes (Lóczy és Veress 2005). A lefolyási viszonyokra utaló mederkitöltő vízhozam értékeket felülnézeti vagy keresztmetszeti paraméterek alapján lehet megállapítani. A felülnézeti, kanyarulati paramétereket alapul vevő vízhozam számítások csak a meanderező mintázatú folyókra alkalmazhatók. Mindamelllett a meanderező folyók felülnézeti paraméterei nem csak a vízhozamtól, hanem az eséstől, a part anyagától és a hordalék minőségétől is függnek, az így számított vízhozam értékek a valóstól számottevően eltérő értéket eredményezhetnek (Gábris 1986). A keresztmetszeti (hidraulikai) paraméterek alapján történő mederkitöltő vízhozam meghatározás, nincs medertípushoz kötve, alkalmazható minden medermintázatú folyóra. Az ilyen típusú vízhozam számítások többsége a Manning képletén alapszik, (Williams 1984, Backer 1988).

¹**Katona Orsolya, Sipos György, Nagy Zoltán:** SZTE Természeti Földrajzi és Geoinformatikai Tanszék, 6722 Szeged Egyetem u. 2
E-mail: orsi1983@gmail.com, siposgy@gmail.com, nz89@freemail.hu

Kutatási célunk mindezek fényében az energiaviszonyok rekonstruálása a vízhozam számítások felhasználásával, valamint a felszín alatti formák azonosítása a lézeres szemcseösszetételi vizsgálatok és szedimentológiai vizsgálatok segítségével.

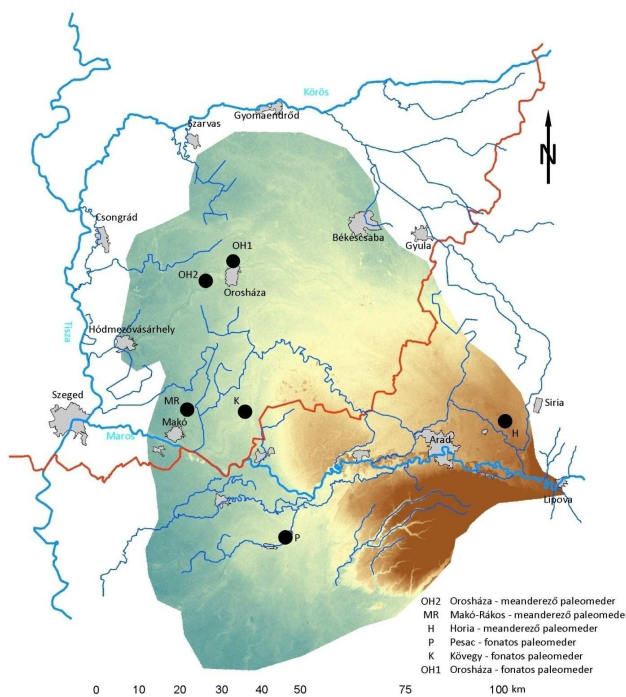
VIZSGÁLATI TERÜLET

A Maros hordalékkúp kiterjedése mintegy 10000m². A Pannon medence DK-i részén helyezkedik el, három ország területén (Magyarország, Románia és Szerbia). A terület jelenlegi felszínalaktana az Ős-Maros hordalék-felhalmozó tevékenységének eredménye (Pécsi 1959).

A Maros a pliocén végén, pleisztocén elején jelentős hordalékkúpot épített ki, mely jelenleg Lippától kezdve, legyezőszerűen terül el az Alföldön. A hordalékkúp kialakulása, feltöltődése térben nem volt egyenletes, részben tektonikus, klimatikus, részben morfológiai okok miatt a folyók változtatták irányukat (Borsy 1989). A hegységek lepusztulásának és a hordalékkúp feltöltődésének menetét a pleisztocén elejétől kezdve az éghajlati viszonyok, változások is jelentősen meghatározták (Mike 1991). A glaciális és interglaciális fázisok váltakozását az üledékfeltöltődés üteme és összetétele mutatja a medencében (Mike 1991). A klimatikus változások hatását jól tükrözi a hordalékkúp felépítése.

A késő pleisztocén és kora holocén folyamán a tektonikai hatások miatt Maros folyó változtatja lefutási irányát a hordalékkúpon (Mike 1991, Andó 2002), így igen gazdag felszíni formákat hagyva maga után. Az elhagyott folyómedrek a holocénben jelentősen feltöltődtek, azonban manapság is követhetők a főként meanderező és fonatos mintázatú paleo-medrek a felszínen (Pécsi 1959).

Jelenleg a Maros hordalékkúp felszínén nyomozható különböző méretű, mintázatú és korú medrei a közül a hordalékkúp északi részén elsősorban fonatos, helyenként meanderezők mintázatúak találhatók (Sipos et. al 2012). A peremi részen főleg meanderező mintázatú egykori medrek nyomozhatóak a felszínen. Míg a központi illetve déli részén főként fonatos mintázatú medrek találhatók. A Battonyai hátat, amely a hordalékkúp déli részén helyezkedik el, a meanderező mintázatú paleo-medrek ívesen kerülik (Sümeghy és Kiss 2012). A hordalékkúpon fellelhető paleo-medrek közül 6 mederszakasz képezi vizsgálatunk tárgyát (1. ábra)



1. ábra. A Maros hordalékkúpon levő vizsgálati területek elhelyezkedése

MÓDSZEREK

Szemcseösszetétel meghatározás

A vizsgálati területeken összesen 38 üledéktani fúrást mélyítettünk, melyeket 10 cm-ként mintáztunk meg. Az Eijkelkamp kézi fúrókkal elért maximális mélység 5.40 m, a fúrások átlagos mélysége 2-3m volt.

A szemcseösszetételi vizsgálatra szánt mintákat először 90°C-on kiszárítottuk, majd enyhén porítottuk. A méréseket Particle sizer Analysette 22 MicroTec plus típusú, Fritsch gyártmányú műszerrel végeztük. A műszer lézer diffrakciós elven működik, vagyis a mérendő szemcsékre lézersugarat irányít, melynek szóródása jellegzetes diffrakciós gyűrűket alkot az érzékelőn (detektoron). E gyűrűk elhelyezkedése és mérete, egymástól való távolsága alapján kerül meghatározásra a szemcseméret eloszlás (Fritsch 2009). A mérések során az ún. Fraunhofer-modellt használtuk, amely a fényelhajlás elméletén alapszik, és a Mie elmélettel szemben nincs szükség törésmutató érték becslésre.

A műszer mérési tartománya 0,08-2000 μ m, amely jól fedi a vizsgált üledékek szemcseméret-eloszlását. A mérés során a mintákat ultrahanggal homogenizáltuk (f=36 kHz, P=60 W) 3 percig. A mérés két lineárisan polarizált He-Ne lézerrel történt; zöld (λ =532 nm, P=7 mW) és infravörös (λ =940 nm, P=9 mW). A szemcseeloszlás 108 csatornára lebontva lett meghatározva (Fritsch 2009). A mérések során a mintákat egymás után háromszor mértük meg és mivel a harmadik mérés után a változás minimális volt, e mérés eredményét használtuk a további elemzésekhez (Kun et. al. 2012).

A mérési eredmények alapján először is meghatároztuk a hordalékkúpon gyűjtött minták szemcseméret eloszlását. A további kiértékeléshez meghatároztuk a minták szemcseeloszlásának statisztikus paramétereit úgy, mint módusz, medián, szórás, ferdeség és csúcsosság, valamint közepes szemcseátmérő (D50), mindezekből az üleptető közeg energia viszonyaira következtettünk (Folk és Ward 1957, Bérczi és Balogh 1992, Blott és Pye 2001). A mederanyag további elemzésénél megszerkesztettük az ún. CM-diagramot, mivel információt kaphatunk belőle a hordalékanyag szállítási körülményeiről (Bérczi és Balogh 1992). Passega (1957) két különböző tartományt használ fel ennek vizsgálatához. Mivel a szállítás történhet görgetve, csúsztatva, ugráltatva vagy lebegtetve, ezek aránya az áramlás erejének függvénye. A szállítás módja tükröződik a szállított és lerakott üledék szemcseösszetételében (Bérczi és Balogh 1992).

A szemcseösszetételi vizsgálat alapján kiszerkesztettük a paleo-medrek keresztmetszetét. A medertalpat a mederben vett minták átlagos szemcseméretének ugrásszerű növekedése alapján szerkesztettük ki. A szórás értékek, vagyis a szállító közeg energiaingadozása alapján pedig a szigetek, zátonyok egykori lehetséges magasságát vizsgáltuk meg.

A további elemzéshez meghatároztuk a minták medertalphoz viszonyított relatív magasságát. Az adott relatív magasságon található legnagyobb szemcseméret utal az egykori folyó energiaviszonyára, vagyis, hogy az adott szemcsét milyen magasságba tudta leüleltetni a szállító közeg. Valamint megvizsgáltuk, a medrek hordalékkúpon való helyzete, OSL adatok alapján meghatározott kora (Sipos et al. 2012) és az utólagos feltöltődése közötti összefüggést.

Vízhozam meghatározás

Geomorfológiai szempontból a mederkitöltő vízhozam az alluviális vízfolyások egyik legfontosabb paramétere, mivel gyakorlatilag megfelel a mederformáló vízhozamnak (Schumm 1985). A mederkitöltő vízhozam meghatározáshoz a keresztmetszeti paramétereket; úgy, mint a keresztmetszet tét, átlagos mélységét, átlagos szélességét, valamint az esését vettük alapul. A keresztmetszeti paramétereket a szemcseösszetételi vizsgálatok alapján, az esést pedig 10 000-es topográfiai térkép alapján készített domborzatmodellekről valamint az

SRTM domborzatmodellről határoztuk meg. A keresztmetszeti paramétereket, több vonal mentén határoztuk meg, átlagot, valamint szórást számoltunk.

A paleo-medrek keresztmetszetének meghatározásánál a szigetek és zátonyokat a felszínig felszerkesztettük. A mederkitöltő vízszintet is a jelenkori felszínig szerkesztettük meg, mivel a medrek folyóhátai markánsan kiemelkednek az ártéri területből. Az ily módon kapott paleo-meder paramétereket, elsősorban a medermélységet és a később számolt mederkitöltő vízhozamot minimum értéknek tekintjük, az utólagos lepusztulás lehetősége miatt. A mederkitöltő vízhozam meghatározása a Manning képlet alapján történt.

$$Q = A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot 1,49/n = w \cdot d^{5/6} \cdot S^{1/2} \cdot 1,49/n,$$

ahol

A - a keresztmetszet területe,

R - a keresztmetszet nedvesített kerülete,

S - a meder esése,

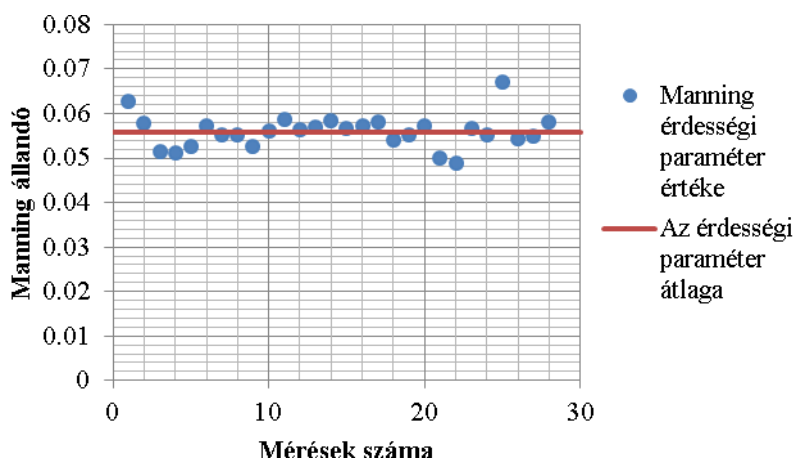
w - a meder szélessége,

d - a meder mélysége,

n - a Manning féle érdességi paraméter

A képlet használatának csak egy korlátja van, ez pedig, hogy a meder szélessége nagyságrenddel nagyobb legyen, mint a mélysége (Baker 1988), e feltétel minden vizsgált paleo-medernél teljesült. A Manning képlet alapján meghatároztuk a paleo-vízhozam mellett az egykori vízfolyások sebességét ($v = R^{2/3} \cdot S^{1/2} \cdot 1,49/n$) valamint a fajlagos munkavégző képességét ($w = \varphi \cdot g \cdot Q \cdot S / w$, ahol a φ – sűrűség, g – gravitációs gyorsulás) (Fiala et. al 2007). A számítások során figyelembe vettük a szórás értékeket és hibahatár intervallumot számoltunk (Taylor 1983).

A Manning képletben szereplő érdességi paraméter értéke a természetes vízfolyások esetében 0,03-0,08 között lehet, ami a vízhozam értékekben akár 60% eltérést is jelenthet. Ezért az n paraméter pontosabb meghatározásához figyelembe vettük a Maros folyó makói szelvényében 2000 febr.-nov. között mért vízhozam adatokat, mivel a vizsgált medrek szemcseösszetétele, azaz érdesség viszonyai jelentősen nem térnek el a mai Marosétól. A vízhozam adatokból visszszámolva meghatároztuk az érdességi paraméter értékét, majd átlagoltuk azokat s az így kapott Manning érdességi paraméter értéke $n=0,056$ (2. ábra).



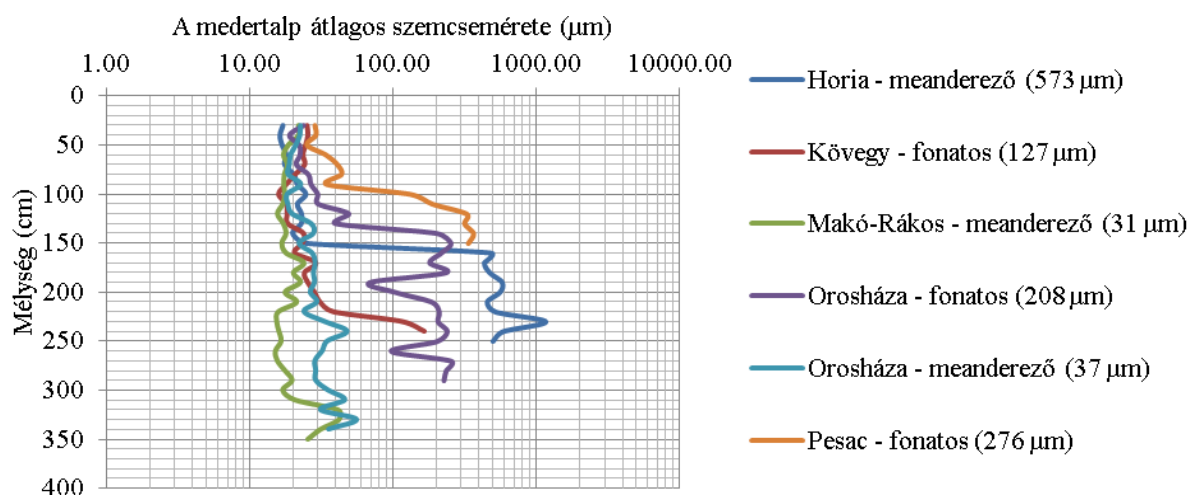
2. ábra. A Manning érdességi paraméter meghatározása ismert hidrológiai paraméterek alapján a Maros makói szelvényében

EREDMÉNYEK

A vízhozam meghatározása

A minták átlagos szemcseméret változását tekintve, meghatározható az egykori medertalp mélysége, melyet a szemcseméret hirtelen ugrása jellemez (3. ábra). Megfigyelhető, hogy a fonatos medrek esetében 120-270 között, míg a meanderező 30 körül van az átlagos szemcseméret, kivétel Horiát, amely átlagos szemcseméretét a hordalékkúp csúcsához való közelsége befolyásol.

A medertalp helyzete alapján kiszerkeszthető az egykori meder keresztmetszete (4. ábra).



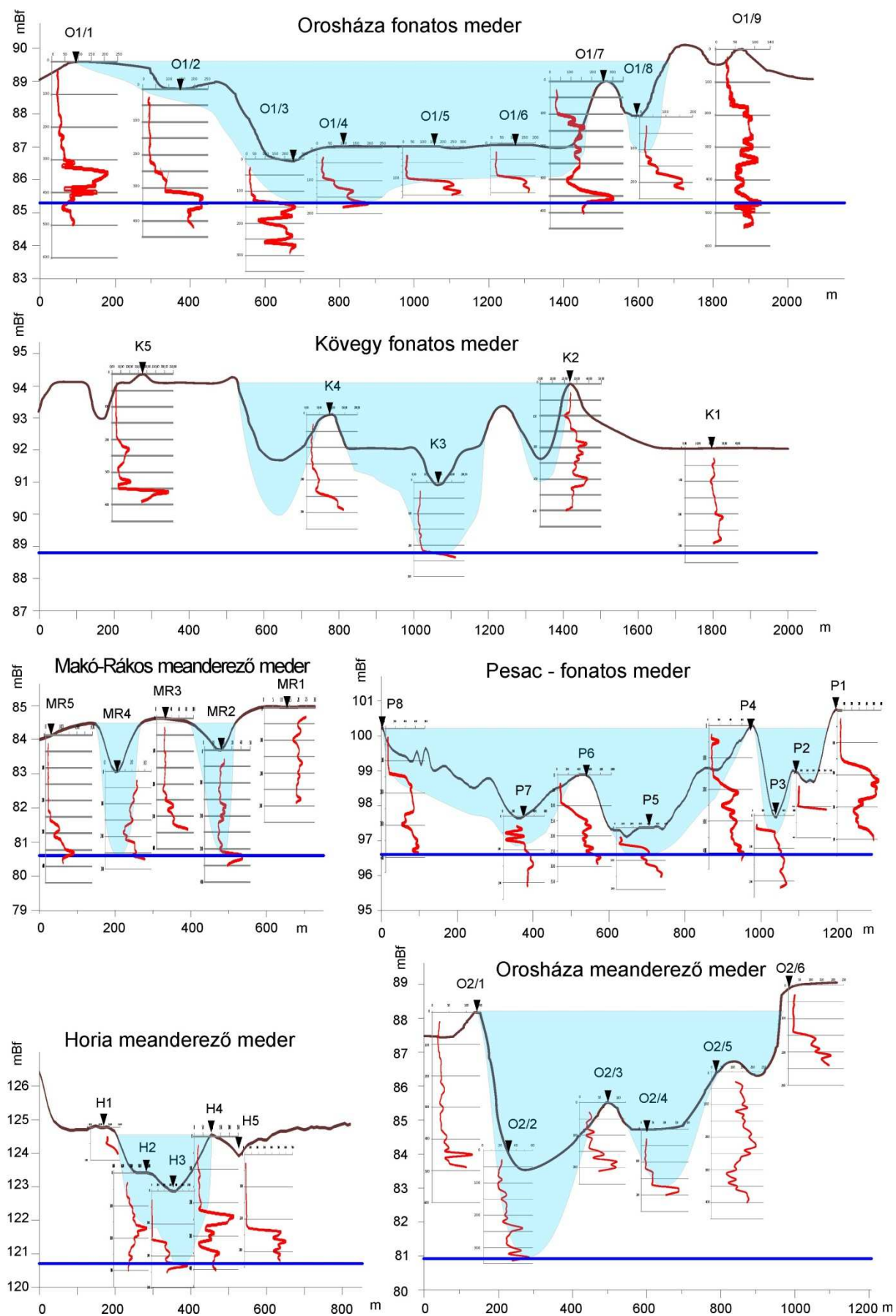
3. ábra. A sodorvonalak szemcseeloszlása és átlagos szemcsemérete

A megszerkesztett paleo-medrek keresztmetszete alapján meghatároztuk a keresztmetszeti paramétereket (1. táblázat).

A keresztmetszeti paraméterek alapján kiszámított mederkitöltő vízhozam értékek Horia és Makó-Rákos kivételével $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ érték körül mozognak, a Maros jelenkori átlagos mederkitöltő vízhozamának ($850 \text{ m}^3/\text{s}$) többszöröse (Fiala et al. 2007). A kiszámolt egykori vízfolyások sebessége az orosházi meanderező, a kövegyi és a pesaci paleo-medrek esetében magas (0,8-1,0 közötti), míg az orosházi fonatos és makó-rákosi mintaterületre számolt sebesség értékek jóval alacsonyabbak 0,6-0,63 m/s. Kövegy, Pesac és Orosháza meanderező medrek esetében a kiszámolt fajlagos munkavégző képesség értékek magasak ($14\text{-}10 \text{ W/m}^2$ között vannak). Míg a többi meder esetében ezek az értékek lényegesen kisebbek ($3\text{-}6 \text{ W/m}^2$) (1. táblázat).

1. táblázat. A paleo-medrek keresztmetszeti paraméterei, vízhozam, vízsebesség, valamint fajlagos munkavégző képesség értékei.

| Mintaterület | Horia meanderező | Makó- Rákos meanderező | Orosháza meanderező | Kövegy fonatos | Pesac fonatos | Orosháza fonatos |
|---|---------------------|------------------------------|------------------------|-------------------|------------------|---------------------|
| Meder mélysége (m) | $2,38 \pm 0,7$ | $3,075 \pm 0,9$ | $4,22 \pm 1,7$ | $2,69 \pm 1,4$ | $2,19 \pm 0,8$ | $2,7 \pm 1,13$ |
| Meder szélessége (m) | 210 ± 35 | 180 ± 30 | 560 ± 220 | 620 ± 210 | 870 ± 260 | 1120 ± 240 |
| Meder esése (cm/km) | $18,9 \pm 0,8$ | $24,2 \pm 0,4$ | $22,5 \pm 1,0$ | $46,3 \pm 2,7$ | $51,43 \pm 8,4$ | $20,3 \pm 0,3$ |
| Mederkitöltő vízhozam (m^3/s) | Manning | 330 \pm 10 | 500 \pm 5 | 2470 \pm 130 | 1890 \pm 150 | 1970 \pm 290 |
| Vízfolyás átlagsebessége (m/s) | | | | | | |
| Fajlagos munkavégző képesség (W/m^2) | 2,91 | 6,60 | 9,74 | 13,85 | 11,42 | 3,89 |



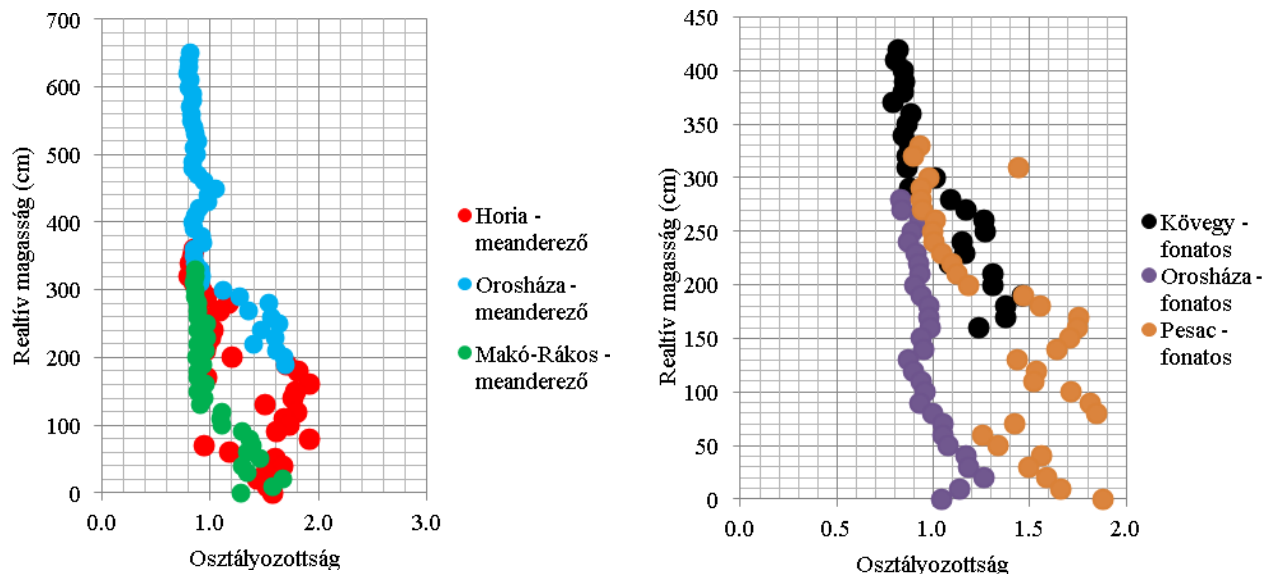
4. ábra. A paleo-medrek fúrások alapján meghatározott keresztmetszete

Szedimentológiai eredmények

Vizsgálataink során meghatároztuk a minták medertalphez viszonyított relatív magasságát (4. ábra). Megfigyelhetjük a minták közepes szemcsemérettől való eltérését, vagyis az osztályozottság mértékét, mely a szállítóközeg energiaingadozásainak függvénye.

Vizsgálataink során külön elemeztük a meanderező és a fonatos medrekből vett mintákat. Megfigyelhető, a mederből, illetve partok anyagából gyűjtött összes minta alapján, hogy az osztályozottság, vagyis a szállító közeg energiaingadozása a medertalphez viszonyítva milyen relatív magasságokig fejt ki hatását. A meanderező medrek szórásingadozását a folyóhátból vett minták alapján, míg a fonatos medrek esetében a zátonyokból vett mintákat alapján határoztuk meg (5. ábra). A meanderező mintázatú paleo-medreknél megfigyelhető, hogy Makó-Rákos és Orosháza esetében a szórás értékek 1,0-1,8 között vannak, míg ez az érték Horia esetében nagyobb, mint 2,0. A medertalptól számítva Makó-Rákos esetében az osztályozottság értéke 1 m magasságig változik, majd az osztályozottság egyöntetűen 1,0 körüli értéket vesz fel, ami egy jól osztályozott anyagnak felel meg. Ugyanez az érték Horia esetében csak 2 m-től jellemző, míg Orosháza-meanderező meder esetében 3 m-től (5. ábra).

A fonatos medreket esetében a szemcseösszetételi vizsgálatok alapján, látható, hogy az osztályozottság értéke ingadozást mutat a nagyobb relatív magasságokban is, míg ez nem volt megfigyelhető a meanderező folyószakaszoknál. Orosháza-fonatos meder és Kövegy esetében az osztályozottság értéke 1-1,5 között van, míg Pesac esetében ez az érték nagyobb (1,5-2). A pesaci paleo-mederből vett minták alapján jól látszik, hogy az energiaingadozások a medertalptól számított 3 m magasságig befolyásolták az üledést. A két orosházi medret összehasonlítva látható, hogy különböző energiaviszonyok uralkodtak, ami feltehetően a meder eséséből adódhatott.

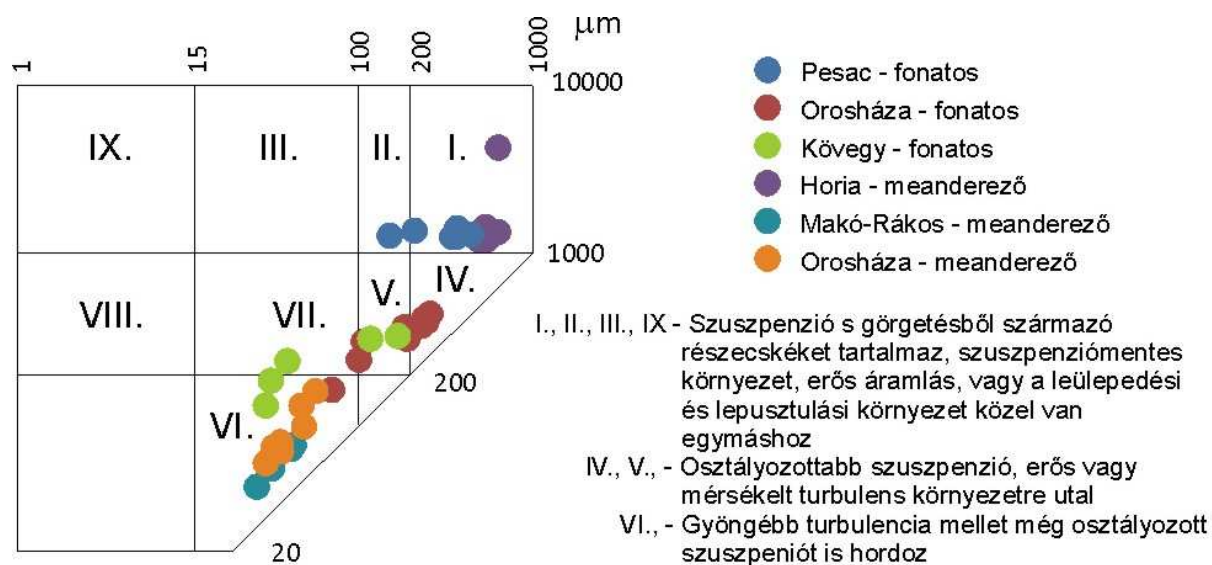


5. ábra. A meanderező és fonatos medermintázatú medrekből vett minták medertalp feletti magassága és szórása közötti összefüggés.

A mederanyag további elemzésénél megvizsgáltuk a paleo-medrek sodorvonalából vett minták elhelyezkedését a CM-diagrammon, mivel információt kaphatunk belőle a hordalékanyag szállítási körülményeiről. A CM diagram (6. ábra) elemzésénél igen jól látható, hogy Pesac, valamint Horia esetében szuszpenzió vagy görgetésből származó mintákat tartalmaznak, erős áramlás jellemző rá, vagy a lepusztulási és leülepedési hely közel van egymáshoz. Orosháza-fonatos, valamint Kövegy esetében osztályozottabb szuszpenzió,

erős vagy mérsékelt turbulencia lehetett jellemző. Orosháza-meanderező és Makó-Rákosra viszont gyöngébb turbulencia és osztályozottabb szuszpenzió lehetett a jellemző.

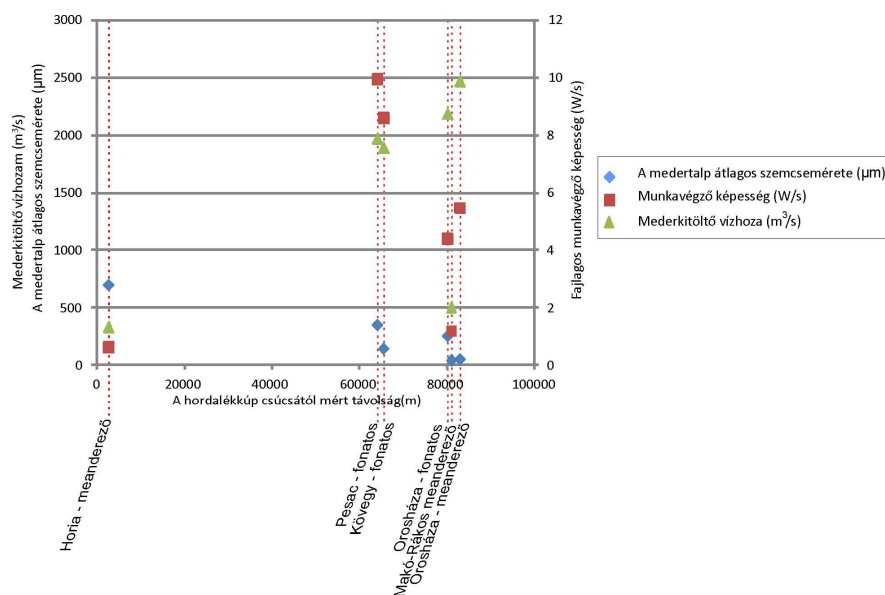
A fonatos medrekre jellemzően erős, vagy mérsékelt áramlás jellemző, míg Horia kivételével a meanderező medrekre viszont gyöngébb turbulencia.



6. ábra. A paleo-medrek sodorvonalából származó minták CM diagramja

Az energiaviszonyokat vizsgálva összehasonlítottuk a vizsgálati területek hordalékkúp csúcsától mért távolságát, az átlagos szemcseméretet, a mederkitöltő vízhozamot és a munkavégző képességet (7. ábra). A hordalékkúp csúcsától mért távolságtól függően vizsgáljuk meg a szemcseméretet, láthatjuk, hogy az csökken. Horia esetében a legnagyobb a szemcseméret, majd a szemcseméret csökken a fonatos medreknel és a meanderező medrekre jellemző a legkisebb szemcseméret. A fonatos medreknek hasonló a mederkitöltő vízhozamuk, míg a fajlagos munkavégző képességük eltérő, a két fennmaradt meanderező meder esetében az orosházi paleo-mederre számolt vízhozam értéke hasonló, mint a fonatos medreknel, Makó-Rákos esetében pedig negyede. Horia esetében, ahol a legnagyobb a szemcseméret a vízhozam és a munkavégző képesség a legkisebb a többi mintaterülethez viszonyítva.

A megvizsgált paraméterek alapján elmondhatjuk, hogy a lerakott, vagyis az adott területen rendelkezésre álló üledék minősége határozza meg az átlagos szemcseméretet. A szemcseméretet befolyásolja a vízgyűjtő területen rendelkezésre álló alapkőzet, növényzet, valamint az éghajlat, vagyis az aprózódás mértéke. A fonatos medrek szemcsemérete átlagosan nagyobb, mint a meanderező medreké, függetlenül attól, hogy közel hasonló távolságra helyezkednek el a hordalékkúp csúcsától. A vízhozam és a munkavégző képesség medergenerációtól, eséstől illetve az egykor uralkodó paleo-klimatikus viszonyoktól függ.



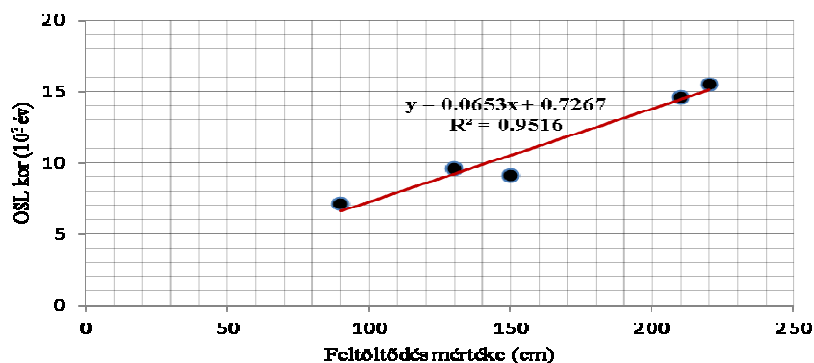
7. ábra. A paleo-medrek vízhozama, munkavégző képessége, átlagos szemcsemérete a hordalékkúp csúcsától mért távolság függvényében

A további elemzések során megvizsgáltuk a paleo-medrek hordalékkúp csúcsától való távolságát, a medertalp mélységét és a meder kora közötti összefüggést (2. táblázat).

2. táblázat

| Mintavételi hely | A medertalp jelenlegi felszíntől való távolsága (feltöltődés mértéke) | A hordalékkúp csúcsától való távolság | OSL kor ($\times 1000$ év) |
|-----------------------|---|---------------------------------------|-----------------------------|
| Maló-Rákos meanderező | 210 cm | 93,6 km | $14,2 \pm 1,4$ |
| Orosháza meanderező | 230 (80-120 víz) cm | 89,2 km | $11,5 \pm 1,9$ |
| Orosháza fonatos | 130 cm | 82,0 km | |
| Kövegy fonatos | 220 cm | 65,4 km | $15,5 \pm 2,0$ |
| Pesac fonatos | 90 cm | 68,7 km | $7,1 \pm 1,0$ |
| Horia meanderező | 150 cm | 2,5 km | $8,0 \pm 1,1$ |

Megvizsgáltuk, hogy a medrek utólagos feltöltődésének mértéke és az OSL koradatok (Sipos et al. 2012) mutatnak-e összefüggést. A két adathalmaz között igen erős lineáris összefüggés tapasztalható (8. ábra), mely arra enged következtetni, hogy az utólagos feltöltődés mértéke az idő előrehaladásával lineárisan növekszik.



8. ábra. A medrek utólagos feltöltődésének mértéke és a meghatározott OSL koradatok közötti összefüggés

KÖVETKEZTETÉS

A különböző mintázatú, korú és vízhozamú folyók más és más energia viszonyokat tükröznek. A Manning képlet alapján kiszámított mederkitöltő vízhozam értékek igen széles skálán mozognak. Összehasonlítva a kapott mederkitöltő vízhozam értékeket a Maros jelenlegi mederkitöltő vízhozamával, mely $850 \text{ m}^3/\text{s}$, látható hogy Makó-Rákos, valamint Horia kivételével az egykori mederkitöltő vízhozam többszöröse a jelenkorinak.

Az energia viszonyokat tekintve a fonatos medrekre erős, vagy mérsékelt áramlás, míg Horia kivételével a meanderező medrekre gyöngébb turbulencia jellemző.

A szemcseösszetételi eredmények alapján megfigyelhető, hogy a fonatos medrek esetében jelentősen nagyobb szemcseméret jellemző, mint a meanderező folyó esetében. E tendencia alól csak Horia kivétel, mivel nagy átlagos szemcseméret, kis mederformáló vízhozam és fajlagos munkavégző képesség jellemzi, ami feltehetően a lepusztulási és leülepedési hely közelsége miatt lehetséges.

Az egykori energiaviszonyok jobb megismeréséhez további mintaterületek kijelölése szükséges, melyek alapján megállapíthatjuk, hogy a vizsgált paraméterek hogyan változnak az adott paleo-mederben a hordalékkúp csúcsától távolodva.

KÖSZÖNTE NYILVÁNÍTÁS

A kutatást az HURO/0901/266/2.2.2/01 azonosítójú pályázat támogatta.

FELHASZNÁLT IRODALOM

- ANDÓ M. 2002. A Tisza vízrendszer hidrogeográfiája. Szeged: Szegedi Tudományegyetem, TFGT. 89-107
- BAKER V. R., KOCHER R. C. AND PATTON P. C., 1988. Flood geomorphology, John Wiley, New York
- BÉRCZI I. ÉS BALOGH K. 1992: A törmelékes üledékes kőzetek szövete, könyv: Szedimentológia II., szerkesztett: Balogh K. Akadémia kiadó, Budapest
- BLOTT S. J. ÉS PYE K., 2001. Gradstat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments, Earth Surface Processes Landforms 26:1237-1248
- BORSY Z., 1989. Az alföld hordalékkúpjainak negyedidőszaki fejlődéstörténete, Földrajzi Értesítő 38. 3-4. füzet: 211-224
- BRIDGE J. S., 2003. Rivers and floodplains: Forms, Processes and Sediment record, Blackwell Science Ltd. Oxford
- BROWN A.G., 1997. Alluvial Geoarchaeology: Floodplain archaeology and environmental change, Cambridge University Press, The Edinburgh Building, Cambridge
- FIALA K, SIPOS GY, KISS T, LÁZÁR M. 2007. Morfológiai változások és a vízvezető-képesség alakulása a Tisza algyői és a Maros makói szelvényében a 2000. évi árvíz kapcsán. Hidrológiai Közlöny, 87/5, 37-46.
- FOLK R.L. ÉS WARD W.C., 1957. Brazos River Bar: A study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 27, No.1: 3-26
- FRITSCH 2009. Particle sizing - laser diffraction, http://www.benelux-scientific.be/fileadmin/user_files/pdf/poederkarakterisatie/laserd/LASER_DIFFRACTION.pdf, available 2012-08-31
- KUN Á., BARTA K., KATONA O., 2012. Az M43-as autópálya által indukált 2010-11-es belvíz talajtani hatásai, Földrajzi Közlemények, In print
- LÓCZY D. ÉS VERESS M., 2005. Geomorfológia I., Földfelszíni folyamatok és formák, Dialóg Campus Kiadó, Budapest-Pécs

- GÁBRIS GY. 1986: Alföldi folyóink holocén vízhozama. Alföldi tanulmányok 10, Békéscsaba, :35-52.
- MIKE K. 1991. Magyarország ösvízrajza és felszíni vizeinek története, Aqua Kiadó, Budapest, 698 p.
- MOLNÁR B. 2007. A Maros folyó kialakulása és vízgyűjtő területének földtani felépítése, Hidrológiai Közlöny 87 évf., 2 sz.
- PÉCSI M. 1959: A magyarországi Duna-völgy fejlődéstörténete, (Entwicklung und Morphologie des Donautales in Ungarn), Akadémiai Kiadó, Budapest, 346 p.
- SCHUMM S. A. 1985. Patterns of Alluvial Rivers. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 13: 5–27.
- SIPOS GY., KISS T., SÜMEGHY B., URDEA P. TÓTH O., KATONA O., ONACA A. 2012. Late Pleistocene-Holocene development of the Maros alluvial fan, Hungary-Romania, revealed by luminescence dating. UK Luminescence and ESR meeting, Aberyswyth, absztrakt kötet.
- SÜMEGHY B. ÉS KISS T., 2012 Palaeo-channels on the alluvial fan of the Maros river, Hungary, Journal of Enviromental Geography (In print)
- TAYLOR J. R. 1983. An Introduction to Error Analysis: The Study of Uncertainties if Physical Measurements. University Science Books,
- WILLIAMS G. P., 1984. Developements and applications of geomorphology, Springer-Verlag Berlin Heidelber